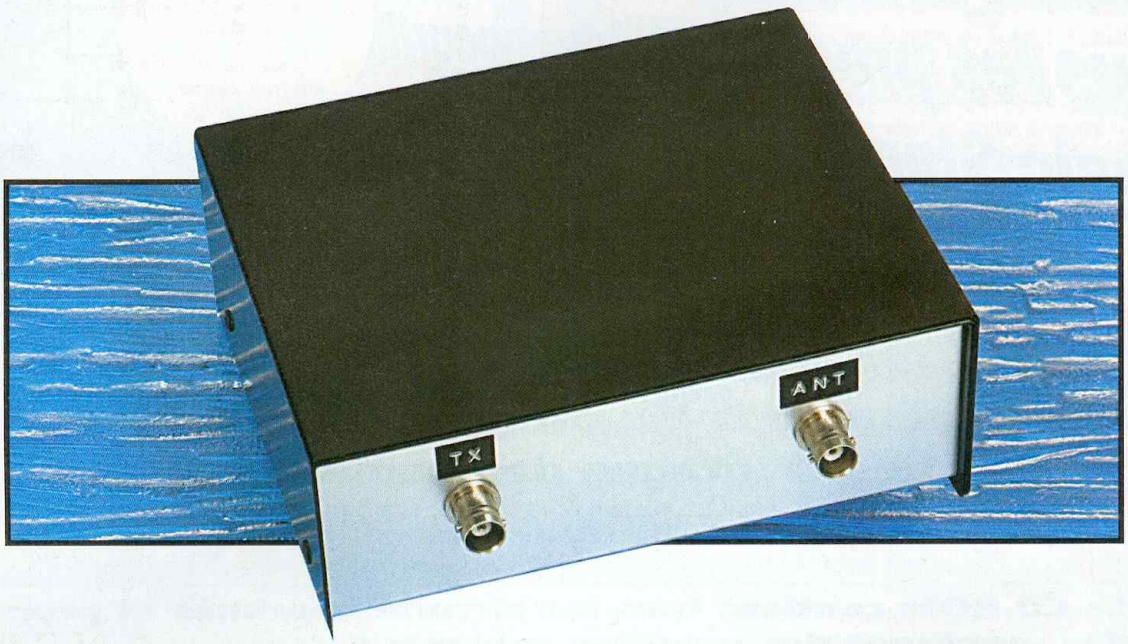
Transverter 27 MHz / 7 MHz

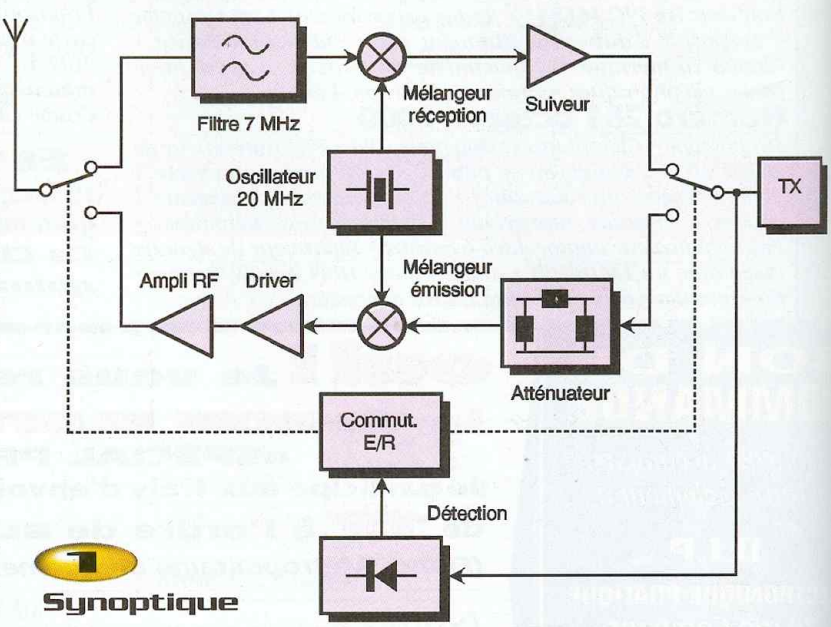


La Citizen Band, bien qu'un peu moins à la mode aujourd'hui qu'il y a quelques années, compte de nombreux passionnés dont les plus mordus envisagent parfois de découvrir un peu plus le vaste domaine de la radio en entrant dans le monde des radioamateurs. Pour ce faire, il leur faut passer un examen, sanctionné par un certificat d'opérateur radio grâce auquel ils peuvent se donner aux joies du DX en toute légalité.

Le débutant, fraîchement autorisé, n'ayant pas toujours les moyens de s'offrir un transceiver décamétrique, pourra utiliser encore un peu son appareil de CB, en l'adaptant sur la bande des 40m grâce au transverter décrit dans ces pages.

Il faut reconnaître à la langue de Shakespeare l'avantage de la concision, et le mot "transverter" n'ayant pas d'équivalent dans celle de Victor Hugo (!), il faudra le traduire par "convertisseur d'émission et de réception". Ce type de montage permet, en effet, de transposer une bande de fréquence vers une autre et, ce, dans les deux sens. En l'occurrence, la porteuse émise en 27 MHz sera transposée sur 7 MHz et, de la même façon, les signaux reçus sur cette bande le seront sur 27 MHz. Le fonctionnement de ce montage est résumé dans le synoptique de la **figure 1**.

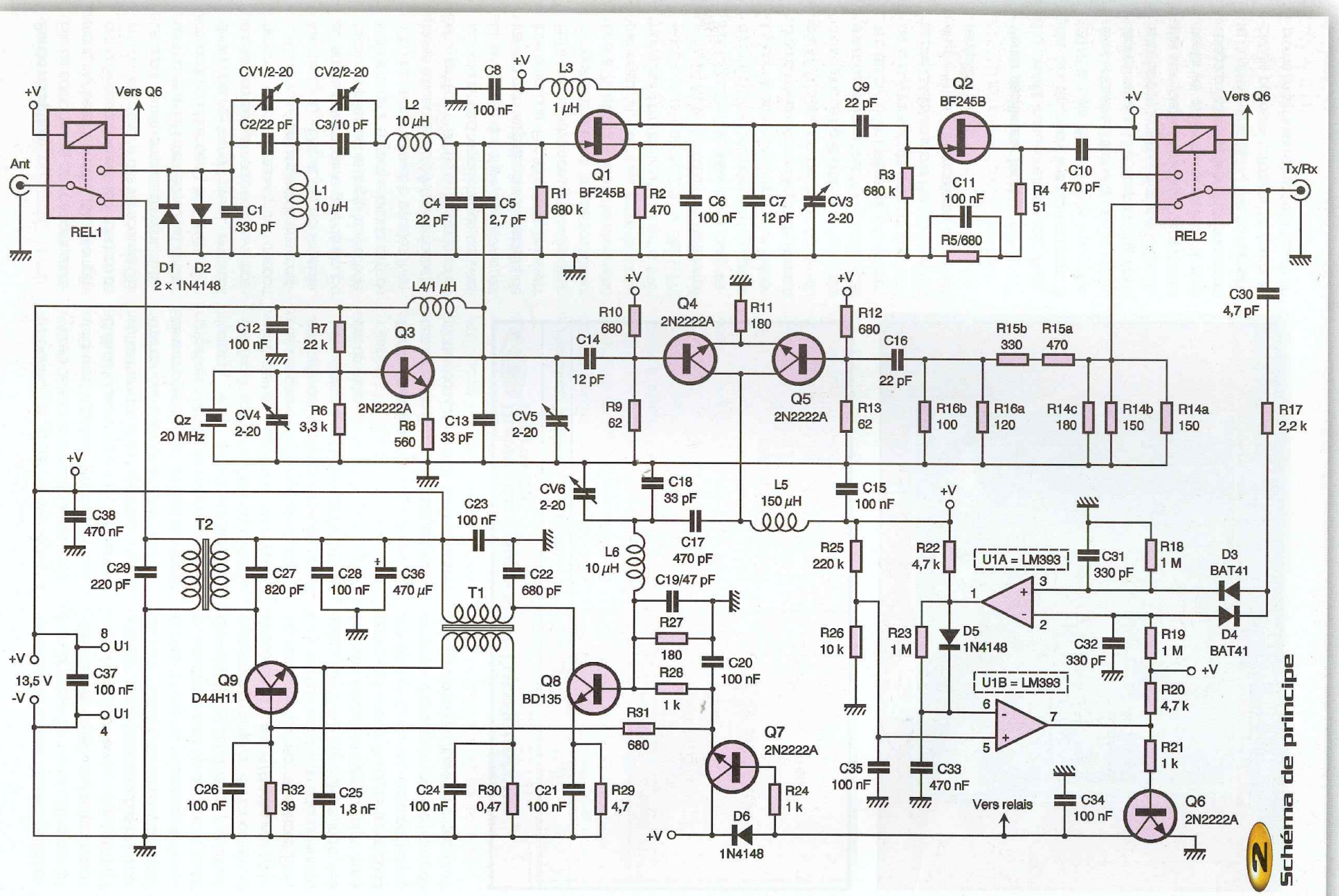
S'agissant d'un montage de transition, il fallait qu'il soit le plus économique possible en permettant le "recyclage" des fonds de tiroirs que possède généralement tout amateur radioélectricien. Les composants coûteux, ou d'approvisionnement difficile, ont donc été écartés au profit de composants classiques tout en garantissant des performances honorables. Ainsi, le mélangeur émission n'utilise pas de modulateur en anneau, mais de simples transistors bipolaires. De même, les transistors utilisés sont des modèles bon marché, y compris celui qui équipe l'étage de sortie émission, la bande de fréquences concernée étant relativement basse.



1 Synoptique

Schéma électrique

Il est visible en **figure 2** et peut se décomposer en 4 parties distinctes :



2 Schéma de principe

Partie réception

Elle se compose de deux étages seulement. Nul besoin, en effet, de préamplificateur RF sur cette bande, compte tenu de la sensibilité d'origine des transceivers CB. Le signal issu de l'antenne parvient, au travers du relais E/R d'entrée, sur un diviseur capacitif constitué de C_1 et C_2+CV_1. Ces deux capacités forment avec L_1 un circuit oscillant parallèle alimenté en basse impédance, compte tenu du rapport C_1/C_2+CV_1. Le circuit oscillant série constitué par L_2, C_3+CV_2 et C_4, qui fait suite, achemine le signal sur la grille de Q_1. Ce circuit d'entrée procure une forte sélectivité, suffisante pour passer la bande utile de 100 kHz, mais impitoyable pour les éventuelles émissions à 27 MHz. Les diodes D_1 et D_2 protègent l'entrée du montage contre les surtensions d'origine statique, car la self L_1, de par sa valeur relativement élevée, est transparente vis-à-vis des transitoires de forte amplitude. Par ailleurs, Q_1 (transistor FET) reçoit, au travers de C_5 de faible valeur, le signal à fréquence fixe de l'oscillateur local à 20 MHz. Cet étage fonctionne en mélangeur et, parmi les produits disponibles sur son drain, un seul nous intéresse : la raie de fréquence OL + Fhf soit...27 MHz ! Le circuit résonant formé par L_3 et C_7+CV_3 sélectionne cette fréquence pour la transmettre par C_9 à l'étage Q_2 qui fait suite. Cet étage est câblé en drain commun et son rôle est de réduire à 50 Ω l'impédance de sortie élevée du mélangeur. Le signal prélevé sur sa source est acheminé au récepteur CB par C_{10} et le relais de sortie. Des essais menés avec ce convertisseur, de concert avec des appareils CB Midland et President, ont mis en évidence une excellente qualité de réception.

Partie oscillateur local

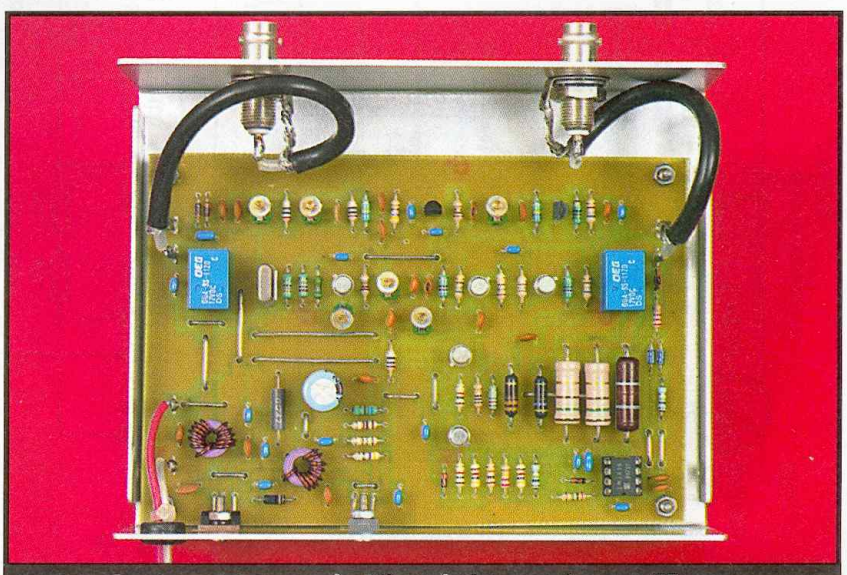
L'oscillateur local, construit autour de Q_3, n'a rien d'original. Il utilise un quartz à 20 MHz bien répandu dans les milieux électroniques et informatiques. Cet oscillateur est commun à la réception et à l'émission. Le condensateur ajustable CV_4 autorise une plage de réglage de quelques centaines de hertz, permettant ainsi le calage précis de la fréquence nécessaire surtout en mode BLU. Les composants choisis permettent d'obtenir un bon compromis entre niveau de sortie et taux d'harmoniques, ce dernier étant inférieur à 40 dB de la fondamentale. Cette caractéristique est importante afin d'éviter les produits de fréquences nuisibles. Par exemple, si l'harmonique 3 de l'oscillateur local et l'harmonique 2 du TX 27 MHz (dont certains modèles ne sont pas exempts) étaient présentes à l'entrée du mélangeur, celui-ci fournirait, entre autres, (3x20=60) - (2x27=54), soit 6 MHz. Cette fréquence ne serait, bien sûr, pas éliminée par le filtre qui suit. Les capacités de couplage C_5 et C_{14}, en sortie de l'oscillateur, sont de valeur faible, limitant ainsi l'amortissement du circuit de sortie.

Partie émission

Les transistors Q4 et Q5 constituent l'étage modulateur. Q4 reçoit le signal à 20 MHz de l'oscillateur local et Q5 celui de l'émetteur 27 MHz. Le signal différence est recueilli sur les collecteurs. Les produits de fréquences supérieures sont fortement atténués dans le filtre passe-bas formé par L6, CV6, C18 et C19. Afin d'opérer dans la zone linéaire du mélangeur, le niveau moyen d'attaque de Q5 doit être de l'ordre de 5mW sur 50 Ω (+7 dBm). Il est donc nécessaire d'atténuer sensiblement la puissance de sortie de l'émetteur 27 MHz. En conséquence, les résistances R14, R15 et R16 forment un atténuateur de valeur adéquate. Les valeurs indiquées pour ces résistances correspondent à une atténuation d'environ 30 dB (pour 50 Ω d'entrée et de sortie), convenant à un émetteur d'une puissance nominale de 5W. Le tableau en figure 3 permet de se

3 Quelques valeurs de l'atténuateur d'entrée

Puissance TX (W)	Att (dB)	R_{14}&R_{16}(Ω)	R_{15}(Ω)
0,5	20	61,1	247,5
1	23	57,6	351,4
2	26	55,3	497,6
3	27,8	54,25	611,2
4	29	53,67	703,7
5	30	53,26	790
6	30,8	52,97	865
7	31,5	52,74	934,6
8	32	52,56	990
9	32,55	52,4	1060
10	33	52,28	1110



vue du montage à l'intérieur du coffret

dispenser de calculatrice en présentant différentes valeurs de résistances, pour différentes valeurs de puissance d'émission. Les valeurs indiquées sont théoriques et il est bien évident qu'elles ne correspondent à aucune résistance standard. Le circuit imprimé est dessiné de façon à permettre la combinaison de trois résistances en parallèle pour R14, deux résistances en série pour R15 et deux résistances en parallèle pour R16. Ainsi, les valeurs les plus exotiques pourront être obtenues, sachant qu'une précision inférieure à 10% n'est pas indispensable. Attention, toutefois, au choix des résistances quant à la puissance maximum qu'elles devront dissiper. De plus, ces résistances devront, bien sûr, être non inductives.

Le signal à 7 MHz issu du mélangeur est amplifié par Q_8. Ce transistor est monté en émetteur commun et polarisé par le pont de résistances R_{27}/R_{28}. Son circuit de collecteur est chargé par un transformateur torique à noyau de ferrite, T_1. Le signal disponible sur le secondaire de celui-ci est amplifié par l'étage final bâti autour de Q_9. Ce transistor est monté en base commune et polarisé en classe AB par le pont de résistances R_{31}/R_{32}. La puissance disponible sur son collecteur est transmise à la sortie par le transformateur torique T_2, via le relais Rel_2. Les capacités en parallèle sur les primaires et secondaires des transformateurs optimisent l'accord sur la bande concernée.

La puissance de sortie obtenue, de l'ordre de 3W HF sous 13,5V d'alimentation, pourra nécessiter l'emploi d'un ampli linéaire pour des contacts plus confortables. Une puissance plus conséquente pourrait être obtenue en augmentant la tension d'alimentation, mais l'objectif était l'emploi d'une alimentation unique pour le transverter et le transceiver CB.

La bande de fréquences utile allant de 7000 kHz à 7100 kHz, le nombre de fréquences possibles dépendra évidemment du degré de sophistication de l'appareil CB. Le tableau présenté en **figure 4** rappelle les correspondances entre les numéros de canaux et les fréquences CB. Les huit canaux indiqués correspondent à un appareil CB de base.

4

Correspondances canaux/fréquences

N° canal	Fréquence
4	27,005
5	27,015
6	27,025
7	27,035
8	27,055
9	27,065
10	27,075
11	27,085

Partie commutation

2 relais, 4 diodes, 1 double comparateur de tension, 2 transistors, quelques résistances et condensateurs constituent cet étage. Tant de composants pour une simple commutation émission/réception, cela peut sembler, à priori, fort luxueux. Il faut dire que cette fonction n'a pas droit à l'erreur et doit être aussi fiable que possible.

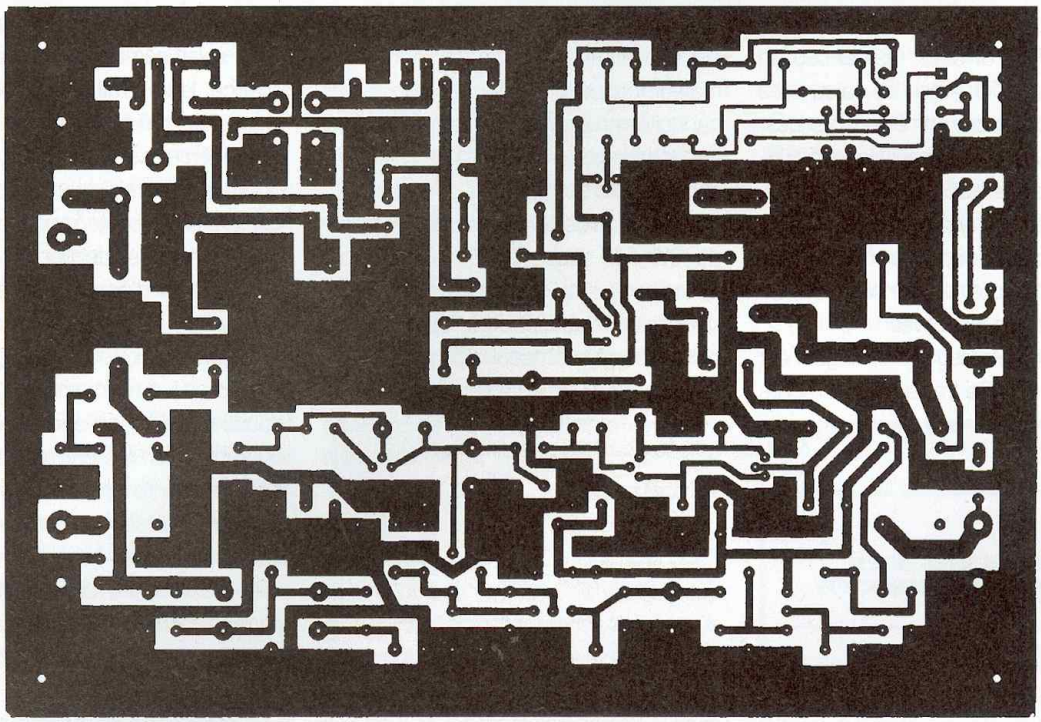
Que se passerait-il, en effet, si d'aventure le montage restait en réception après que l'émetteur soit passé en émission ? A coup sûr, la résistance R_4 serait rapidement volatilisée et, avec un peu de malchance, le transistor de sortie de l'émetteur serait détruit par ROS excessif ! Pour cette même raison de sécurité, on remarquera que les relais sont en position "travail" en réception et "repos" en émission, ce qui n'est pas habituel. De cette façon, si l'on tente d'émettre en ayant oublié d'alimenter le montage (ce qui arrivera sûrement un jour ou l'autre !), l'étage final de l'émetteur ne craint rien puisqu'il se trouve chargé par l'atténuateur d'entrée du transverter. Ce dernier peut d'ailleurs rester alimenté en permanence, ce qui explique l'absence d'interrupteur sur notre maquette. Il peut toutefois être nécessaire de prévoir un fusible extérieur correctement calibré, si l'alimentation n'est pas pourvue d'une limitation de courant.

Une infime partie de l'énergie provenant de l'émetteur est prélevée à l'entrée du transverter par le couple C_{30}/R_{17}, sans provoquer de perturbation significative sur la source. Ce signal est acheminé ensuite sur les diodes de détection D_3 et D_4. La sensibilité aux niveaux faibles est obtenue par l'utilisation de diodes Schottky, polarisées par les résistances R_{18} et R_{19}. Ainsi, la commutation est assurée pour une puissance d'entrée pouvant être aussi bien 0,5W que 10W. En présence de RF à l'entrée du transverter, la sortie 1 de U_{1a} monte au niveau haut, niveau transmis par D_5 à l'entrée négative de U_{1b}. L'association $D_5/R_{23}/C_{33}$ produit une temporisation de l'ordre de deux secondes, dans le sens émission - réception, afin d'éviter que les relais jouent les castagnettes dans les modes CW et BLU. Dans les phases d'émission, la sortie 7 de U_{1b} tombe à zéro, le transistor Q_6 est alors bloqué et les relais passent en position de repos. Par ailleurs, le transistor Q_7 n'autorise la polarisation des étages driver et final que pendant les phases d'émission.

les deux tores Philips en matériau 4C65

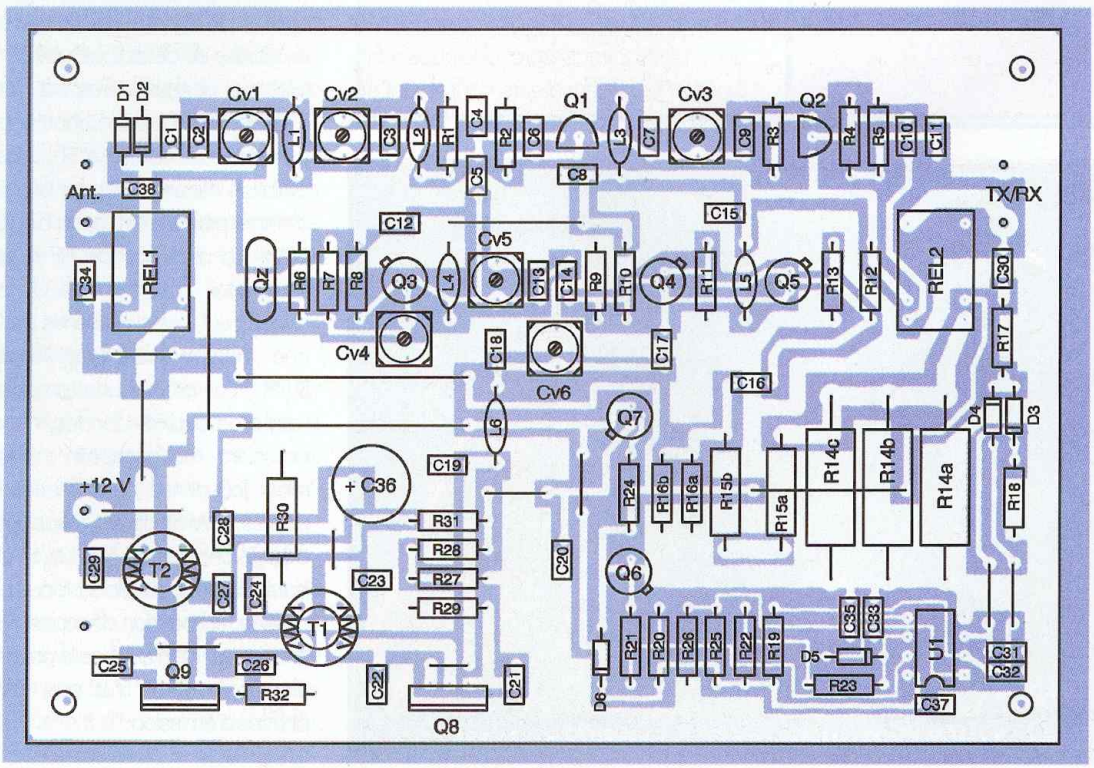
Réalisation (figures 5 et 6)

Les fréquences utilisées s'accommodent encore d'un circuit imprimé simple face, sans plan de masse du côté composants, au prix, il est vrai, d'un certain nombre de straps. De nombreux composants nécessitent le perçage de trous de 1mm ou plus : relais, condensateurs ajustables, transfos toriques, transistors et résistances de puissance. Le circuit devra impérativement être monté dans un coffret métallique, au moyen d'entretoises de 10 à 15 mm. Les condensateurs ajustables CV_3 à CV_6 auront, de préférence, leurs lames mobiles soudées du côté masse. Les transistors Q_8 et Q_9 seront fixés sur le fond du boîtier qui leur servira de dissipateur, en n'oubliant pas les traditionnels micas et canons isolants. Outre la dissipation des calories pour les transistors de puissance, le boîtier métal-



5 Tracé du circuit imprimé

6 Implantation des éléments



lique empêche que de puissantes émissions CB de voisinage parviennent directement à l'entrée du récepteur et interfèrent avec les signaux utiles de la bande des 40 m. Les liaisons d'entrée et de sortie aux prises BNC seront faites par des tronçons de câble coaxial 50 Ω.

Les résistances concernant l'atténuateur ne seront pas plaquées contre le circuit imprimé, mais disposées à quelques millimètres de celui-ci afin d'en faciliter la dissipation thermique.

Les performances du montage, en ce qui concerne la partie émission, sont étroitement liées au soin apporté à la réalisation des transfos T_1 et T_2 dont il convient de respecter les nombres de spires, la section des fils et le type de ferrite indiqués (voir la nomenclature).

Mise en service

Avant la première mise sous tension, il sera bon de vérifier l'absence de court-circuit entre les pistes du circuit imprimé et que les boîtiers des transistors de puissance sont bien isolés de la masse. Une vérification à l'ohmmètre entre l'entrée RF et la masse doit indiquer une valeur d'environ 50 Ω due à l'atténuateur d'entrée.

Prérégler ensuite tous les condensateurs ajustables en position médiane.

Connecter l'alimentation 13,5V et allumer celle-ci. Vérifier que le collecteur de Q_8 est proche de 0V, ce qui indique que les relais sont collés. Connecter ensuite la sortie RF du transceiver sur l'entrée du transverter et l'antenne sur la sortie de celui-ci.

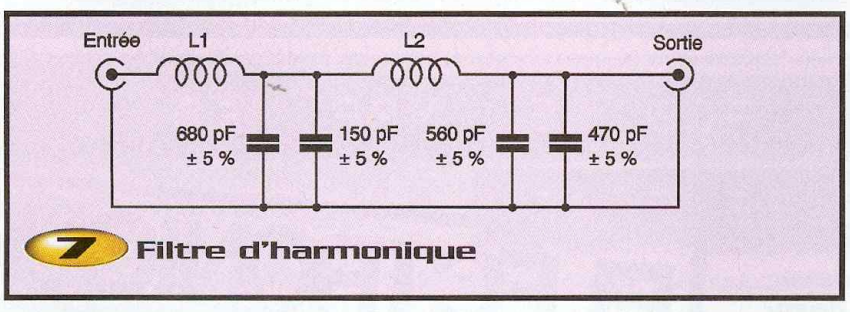
En évitant, dans un premier temps, d'enclencher la pédale d'émission, procéder au réglage de la partie réception en calant le transceiver 27 MHz en AM sur une fréquence médiane de la bande à recevoir, soit, par exemple, sur le canal 8 (si l'appareil n'est pas muni de fréquencemètre).

On peut alors utiliser un générateur RF à proximité, réglé sur 7,055 MHz, sur lequel on aura connecté un morceau de fil d'une dizaine de centimètres sur la sortie en guise d'antenne. On doit entendre alors la porteuse du générateur, caractérisée par l'absence de souffle sur le récepteur. Tourner CV_5 jusqu'à ce que le souffle revienne, indiquant que l'oscillateur local a décroché. Positionner ensuite CV_5 au milieu de la plage de fonctionnement de l'oscillateur. Déconnecter, puis reconnecter l'alimentation pour vérifier que l'oscillateur démarre bien à la mise sous tension.

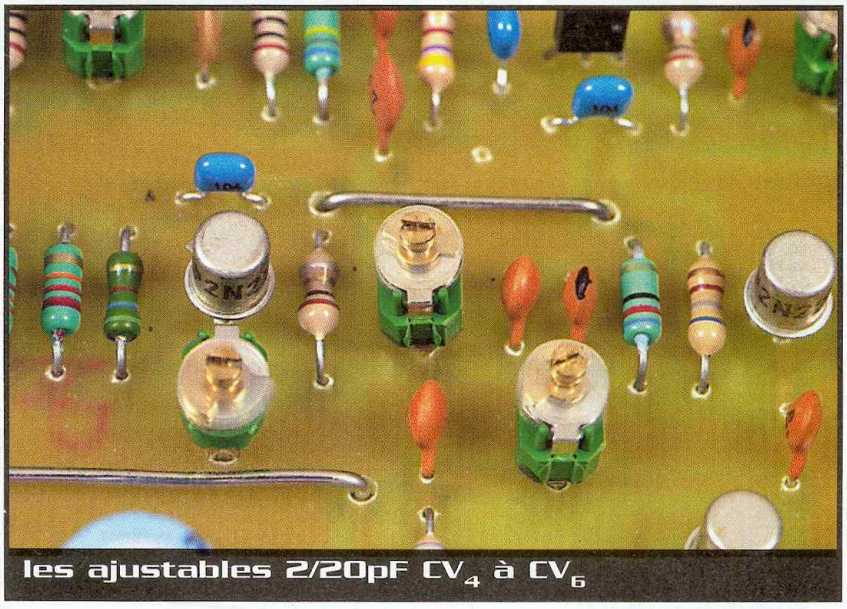
Il suffit ensuite de régler CV_1, CV_2 et CV_3 à l'aide d'un tournevis isolé, pour le maximum de déviation du S-mètre sur le récepteur (réduire si nécessaire le niveau du générateur). Mettre ensuite le transceiver CB en position LSB ou USB et la commande du "clarifier" en position milieu. Régler alors CV_4 au battement nul, c'est-à-dire jusqu'à obtenir l'annulation du sifflement.

Pour régler la partie émission, il est nécessaire d'avoir au moins une charge 50 Ω et un wattmètre capable de mesurer une dizaine de watts à 7 MHz, l'idéal étant de disposer en plus d'un coupleur directif et d'un analyseur de spectre. Déconnecter l'antenne du transverter et connecter le wattmètre et la charge 50 Ω. Insérer, si possible, un ROS-mètre dans l'entrée du transverter. Placer un voltmètre entre la masse et le collecteur de Q_6. Mettre le transceiver en mode AM, toujours sur le canal 8. Appuyer une première fois brièvement sur la pédale du micro en vérifiant que la tension monte à 12V sur le collecteur de Q_6 (on doit entendre le bruit caractéristique des relais qui se décollent). Si ce test est concluant, on peut maintenir l'émission et vérifier que le ROS d'entrée n'est pas supérieur à 1,2. Régler ensuite CV_6 pour un maximum de puissance de sortie. Avant de connecter l'antenne réelle et à défaut d'appareils de mesure spécifiques, il sera bon de se faire prêter un récepteur de trafic afin de contrôler la qualité de la modulation. En AM, si la modulation semble faible, voire inexistante, il est probable que le mélangeur soit saturé parce que l'atténuateur d'entrée est de valeur insuffisante.

On notera que ce montage ne possède pas de filtre d'harmoniques. En cas d'utilisation sur une charge rayonnante non sélective (sans boîte d'accord ou sur antenne multi-bandes), il est recommandé d'insérer un tel filtre entre la sortie du transverter et l'antenne. Un exemple de filtre est présenté en **figure 7**. La perte d'insertion de ce filtre est inférieure à 0,3 dB et produit un affaiblissement de plus de 25 dB sur l'harmonique 2. Les deux selfs sont iden-



7 Filtre d'harmonique



les ajustables 2/20pF CV_4 à CV_6

tiques. Elles ont un diamètre de 10mm et sont constituées de 15 spires jointives de fil émaillé de 1mm de diamètre.
Si la temporisation de la commutation en réception paraît trop longue ou trop courte, il faudra modifier la valeur de R_{23}, en conséquence, ou le pont R_{25}/R_{26}.

Pour conclure, rappelons que toute émission radioélectrique est soumise à la réglementation en vigueur. Les candidats à la licence de radioamateur qui n'auraient pas encore obtenu leur diplôme, ou simplement les curieux des ondes courtes, pourront toujours écouter le trafic sur la bande des 40 m. Évidemment, il ne sera pas nécessaire, dans ce cas, de monter la partie émission mais, à moins d'être certain de ne jamais enclencher l'émission, il faudra tout de même câbler la partie commutation ainsi que la résistance R_{14}, équivalente à 50 Ω et de puissance adéquate.

B. LEBRUN

Nomenclature

R_1, R_3 : 680 kΩ (bleu, gris, jaune)
R_2 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R_4 : 47 Ω (jaune, violet, noir)
R_5, R_{10}, R_{12}, R_{31} : 680 Ω (bleu, gris, marron)
R_6 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R_7 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R_8 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_9, R_{13} : 62 Ω (bleu, rouge, noir)
R_{11}, R_{27} : 180 Ω (marron, gris, marron)
R_{14} : 52,94 Ω (voir texte)
R_{15} : 800 Ω (voir texte)
R_{16} : 54,54 Ω (voir texte)
R_{17}, R_{20}, R_{22} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{18}, R_{19}, R_{23} : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R_{21}, R_{24}, R_{28} : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R_{25} : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
R_{26} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{29} : 4,7 Ω (jaune, violet, or)
R_{30} : 0,47 Ω (marquage)
R_{32} : 39 Ω (orange, blanc noir)
C_1, C_{31}, C_{32} : 330 pF
C_2, C_4, C_9, C_{16} : 22 pF
C_3 : 10 pF
C_5 : 2,7 pF
C_6, C_8, C_{11}, C_{12}, C_{15}, C_{20}, C_{21}, C_{23}, C_{24}, C_{26}, C_{28}, C_{34}, C_{35}, C_{37} : 100 nF
C_7, C_{14} : 12 pF
C_{10}, C_{17} : 470 pF
C_{13}, C_{18} : 33 pF
C_{19} : 47 pF
C_{22} : 680 pF
C_{25} : 1,8 nF
C_{27} : 820 pF
C_{29} : 220 pF
C_{30} : 4,7 pF
C_{33}, C_{38} : 470 nF
C_{36} : 470 µF
CV_1 à CV_6 : ajustables 2/20pF
U_1 : LM393
Q_1, Q_2 : BF245B
Q_3 à Q_7 : 2N2222A
Q_8 : BD135
Q_9 : D44H11
Rel_1, Rel_2 : relais OUA-SS-1120 12VDC
L_1, L_2, L_6 : mini-inductances enrobées 10 µH
L_3, L_4 : mini-inductances enrobées 1 µH
L_5 : mini-inductance enrobée 150 µH
T_1 : Tore Philips en matériau 4C65 (violet)
- primaire : 8 spires fil émaillé 10/10
- secondaire :1 spire fil émaillé 10/10
- ∅ externe : 9,4mm
- ∅ interne : 5,5mm
- épaisseur : 3,4mm
T_2 : Tore Philips en matériau 4C65 (violet)
- primaire : 5 spires fil émaillé 10/10
- secondaire : 7 spires fil émaillé 10/10
- noyau : idem T_1
Qz : quartz 20 MHz HC18U

COMMANDEZ VOS CIRCUITS IMPRIMÉS POUR VOS MONTAGES FLASH

ELECTRONIQUE PRATIQUE

Les circuits imprimés que nous fournissons concernent uniquement les montages flash. Ils sont en verre Epoxy et sont livrés étamés et percés. Les composants ne sont pas fournis, pas plus que les schémas et plans de câblage. Vous pouvez également commander vos circuits par le biais d'Internet : http://www.eprat.com

Commandez vos circuits imprimés

Nous vous proposons ce mois-ci :

Clignotant de Noël	Réf. 12991	Emetteur codé 16 canaux	Réf. 07991A
Emetteur laser pulsé	Réf. 11001	Clavier émetteur	Réf. 07991B
Récepteur pour émission pulsée	Réf. 11002	Récepteur codé 16 canaux	Réf. 07992
Stroboscope	Réf. 10001	Bougie électronique	Réf. 06991
Clignotants et stop pour vélo	Réf. 10002	Micro sans fil HF émetteur	Réf. 06992
Interrupteur à effleurement	Réf. 09001	Micro sans fil HF récepteur	Réf. 06993
Barrière laser	Réf. 09002	Protection ligne téléphonique	Réf. 05991
Hacheur pour moteur à courant continu	Réf. 07001	Temporisateur de veilleuses	Réf. 05992
Interrupteur crépusculaire à extinction temporisée	Réf. 07002	Charge électronique réglable	Réf. 05993
Générateur sinusoïdal	Réf. 06001	Tuner FM 4 stations	Réf. 04991
Interface de télécommande	Réf. 06002	Booster auto 40 W	Réf. 04992
Interface de puissance	Réf. 06003	Interrupteur statique	Réf. 04993
Stéthoscope	Réf. 05001	Perroquet à écho	Réf. 03991
Guitare	Réf. 05002	Indicateur de disparition secteur	Réf. 03992
Fil à plomb a	Réf. 05003a	Testeur de programme dolby surround	Réf. 03993
Fil à plomb b	Réf. 05003b	Balise de détresse vol libre	Réf. 02991
Voltmètre bipolaire	Réf. 04001	Balise pour avion RC	Réf. 02992
Commande flash multiple	Réf. 04002	Chargeur de batterie	Réf. 02993
Convertisseur s-vidéo/vidéo composite	Réf. 03001	Récepteur IR	Réf. 02994
Thermomètre bi-format	Réf. 03003	Répulsif anti-moustique	Réf. 01991
Eclairage de secours	Réf. 03004	Prolongateur télécommande IR	Réf. 01992
Feu arrière vélo	Réf. 02001	Champignon pour jeux de société	Réf. 01993
Interrupteur hygrométrique	Réf. 02002	Séquenceur	Réf. 12981
Commande servo de précision	Réf. 01001	Micro karaoké	Réf. 12982
Anti-démarrage à clavier codé	Réf. 01002	Potentiomètre	Réf. 12983
Gradateur à effleurement	Réf. 01003	Synchro beat	Réf. 12984
Gradateur à découpage pour tableau de bord	Réf. 12991	Synthétiseur stéréo standard	Réf. 11981
Sonde tachymétrique	Réf. 12992	Commande vocale	Réf. 11982
Dispositif anti-somnolence	Réf. 11991	Relais statique	Réf. 11983
Barrière photoélectrique ponctuelle	Réf. 11992	Préampli RIAA multimédia	Réf. 10981
Alarme à ultra-sons	Réf. 10991	Ecouteur d'ultra-sons	Réf. 10982
Référence de tension	Réf. 10992	Fréquencemètre 50 Hz	Réf. 10983
Rythmeur de foulée	Réf. 10993		
Emetteur pour télécommande modèle réduit	Réf. 09991		
Récepteur pour télécommande modèle réduit	Réf. 09992		

Bon de commande

Nom : ..... Prénom : .....
Adresse : ..... Pays : .....
CP : ..... Ville : .....

INDIQUEZ LA REFERENCE ET LE NOMBRE DE CIRCUITS SOUHAITES:

Réf. : ..... Nombre : .....
Réf. : ..... Nombre : .....
Réf. : ..... Nombre : .....

Total de ma commande (port compris) **PRIX UNITAIRE: 35 FF+ port 5 FF** (entre 1 et 6 circuits) **10 FF** (entre 7 et 12 circuits) etc. ..... FF

REGLEMENT : ❑ CCP à l'ordre d'Electronique Pratique ❑ Chèque bancaire
❑ Carte bleue
Expire le : Signature :

Retournez ce bon à : **Electronique Pratique** (service circuits imprimés) **2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19**

Service commande 01 44 84 85 16 - Service expéditions circuits imprimés 01 43 33 02 08